ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er JUIN 1942.

PRÉSIDENCE DE M. ERNEST ESCLANGON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le bureau de l'Académie le *Cours d'exploitation des mines*, par **Haton de la Goupillière**. Quatrième édition revue par **J. de Berc**.

*Notice sur la vie et les travaux d'*Auguste Lameere, *par* M. **Maurice Caullery**.

Auguste Lameere, Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie depuis le 17 juin 1918, est décédé le 6 mai 1942, à Bruxelles, où il était né le 12 juin 1864. Toute sa carrière s'est déroulée dans sa ville natale. Il y avait fait ses études à l'Université libre. Il était devenu, très jeune encore, professeur de Zoologie à cette Université, où il a enseigné jusqu'à sa retraite, à l'âge de 70 ans.

Toute l'activité d'A. Lameere a été consacrée à la science et à l'enseignement. C'était un laborieux, en même temps qu'un modeste, soutenu dans son effort par une conviction profonde et désintéressée; un esprit très cultivé, un homme d'une parfaite courtoisie. Il entretenait avec ses Collègues français des relations particulièrement étroites. Surpris à Roscoff par la guerre, en août 1914, il était resté en France jusqu'à la paix, à la fin de 1918, participant ainsi de façon très directe à la vie scientifique française.

L'œuvre zoologique de Lameere est variée et considérable, son activité ne s'étant jamais ralentie. Dans sa jeunesse, ce sont les Insectes qui l'ont d'abord le plus attiré, et il a publié d'assez nombreux travaux d'entomologie systématique, notamment sur les Coléoptères longicornes. Il concevait l'entomologie d'une façon très large, comme en témoigne le discours qu'il a prononcé en qualité de président du Premier Congrès International d'Entomologie (Bruxelles, 1910). Il associait intimement la morphologie et l'éthologie, le souci des problèmes généraux à l'observation des faits particuliers. C'est ainsi que ses recherches systématiques sur les Prionides l'ont conduit, sur les carac-

tères sexuels secondaires de ces animaux, à des constatations très suggestives qui sont à la base des conceptions récentes sur la croissance dysharmonique.

Le souci de son enseignement poussait Lameere à étendre autant que possible le champ de ses observations. Il a été ainsi rapidement conduit à réaliser une mise au point pratique de l'ensemble de la faune belge; de là est sortie sa *Faune de Belgique* (3 vol. in-16, 1895-1907), qui a rendu et rend encore de très précieux services.

D'autre part, la préoccupation des problèmes généraux a imposé de façon constante à son esprit l'idée de l'Évolution, qui est à l'arrière-plan de toutes ses recherches et publications. Ses observations systématiques, éthologiques, morphologiques, tendent toujours à en être des vérifications et à contribuer à reconstituer la filiation réelle des organismes, la phylogénie. Il était, dans ce domaine, très hardi et un peu trop enclin à des solutions catégoriques; il était un des zoologistes qui avaient le plus gardé les habitudes d'esprit et la façon de voir régnante dans les dernières décades du XIXe siècle et l'empreinte des conceptions d'E. Hæckel. En vertu de cette tendance, les groupes inférieurs du règne animal (et aussi du règne végétal) l'intéressaient particulièrement, comme plus propres à nous renseigner sur les étapes fondamentales de l'Évolution. Cela l'a conduit, en particulier, à ses recherches sur les Dicyémides (parasites du rein des Mollusques Céphalopodes) et une Note synthétique, qu'il a publiée à ce sujet dans les *Comptes rendus* (1) de l'Académie, me paraît spécialement bien illustrer sa tournure d'esprit.

Ce souci du problème de l'Évolution l'a orienté aussi vers des recherches de paléontologie sur les Insectes. Il y a consacré plusieurs Mémoires et il a notamment fait, au Muséum de Paris, une révision des Insectes fossiles du houiller de Commentry.

Sans être particulièrement voyageur, il a poussé jusqu'au Sahara et publié, sur les Insectes du désert, d'intéressantes contributions, principalement d'ordre éthologique, en particulier sur les Fourmis et les Termites. Les problèmes de la vie sociale des Insectes l'intéressaient spécialement.

La pensée de l'enseignement ne le quittait jamais et l'avait poussé à la réalisation d'ouvrages didactiques spécialement à l'usage des étudiants. Dans ces dernières années, il avait entrepris, sous le modeste titre de *Précis de Zoologie*, un ouvrage considérable, dont le but, défini par lui-même, était de n'être, ni un manuel élémentaire, ni un traité exhaustif, mais bien de faciliter la formation de ceux qui aspirent à devenir zoologistes, la zoologie ayant toujours été pour lui « une science à cultiver pour elle-même, ayant son but en soi ». Cet Ouvrage a une allure très caractéristique, reflétant exactement l'esprit et la personnalité de l'auteur. Il représente un effort considérable, extrêmement consciencieux et méthodique. Sa publication, commencée en 1927, comprend à l'heure actuelle,

---

(1) *Comptes rendus*, 167, 1918, p. 1058.

cinq volumes terminés et le début du sixième. Celui-ci, consacré aux Vertébrés, n'est qu'en partie rédigé; le temps aura manqué à Lameere pour achever sa tâche. Beaucoup des Notes publiées, chemin faisant, par lui se rattachaient plus ou moins directement à la publication de cet ouvrage, qui rend et rendra, en particulier aux étudiants français, d'importants services.

Les courtes indications qui précèdent montrent l'homogénéité de la carrière d'Aug. Lameere et les services rendus par lui à la zoologie de son époque.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur les chocs entre neutrons et noyaux.* Note de M. **Paul Langevin.**

J'ai donné récemment (1) l'expression de la probabilité dP, pour un neutron de masse m et de grande énergie initiale E_0, ralenti par ses chocs contre des noyaux de masse M, de prendre au moins une fois une énergie cinétique E comprise dans un intervalle infiniment petit donné dE. En posant

$$(1)\quad \alpha=\frac{M-m}{M+m},\qquad C=\frac{E_0}{E},\qquad a=L\frac{1}{\alpha^2},\qquad x=L\frac{1}{C},\qquad \varepsilon=\frac{a}{1-\alpha^2},\qquad y=\frac{x}{1-\alpha^2},$$

i et k étant des entiers, on a, pour chaque intervalle tel que

$$ia\leqq x\leqq(i+1)a \qquad \text{ou} \qquad i\varepsilon\leqq y\leqq(i+1)\varepsilon,$$

$$(2)\qquad dP=\frac{dC}{1-\alpha^2}\sum_{\kappa=0}(-1)^k\varphi_k(y-k\varepsilon)=F\,dC$$

avec

$$\varphi_k=\frac{1}{k!}(y+k)y^{k-1}e^y.$$

Pour $M=m$ (protons) l'expression (2) se réduit à la forme déjà connue

$$(3)\qquad dP=\frac{dC}{C}=\frac{dE}{E}.$$

Dans ce cas la discontinuité que subit la fonction F à la fin du premier intervalle ($i=0$) est rejetée à l'infini.

D'après une intéressante remarque de M. F. Joliot sur les résultats que j'ai obtenus dans l'application numérique de la formule (2) au cas des deutons et des hélions, la fonction F, au delà de la discontinuité, se rapproche rapidement de la forme asymptotique

$$(4)\qquad F=Ae^x=\frac{A}{C},$$

d'où, pour dP, la forme asymptotique

$$dP=A\frac{dC}{C}=A\frac{dE}{E}.$$

(1) *Comptes rendus*, 214, 1942, p. 517.

La constante A dépend uniquement du rapport $\mu = M/m$ de la masse du noyau à celle du neutron.

Je voudrais montrer ici que, dans le cas général où μ est quelconque, la fonction F satisfait à une équation intégrale qui admet une solution de la forme (4) vers laquelle doit tendre F à mesure que se poursuit le processus de ralentissement du neutron par ses chocs successifs contre les noyaux et que s'efface l'influence de la valeur initiale E_0 de l'énergie cinétique. Je montrerai, en outre, que la constante A prend la valeur très simple $\mu/2$ avec approximation d'autant plus grande que μ est plus grand, et déjà très suffisante au point de vue expérimental lorsque μ est égal à 12, ce qui correspond au cas du noyau de carbone ordinaire.

Pour former l'équation intégrale cherchée, remarquons que, si E' représente l'énergie cinétique du neutron avant le choc qui amène cette énergie dans l'intervalle dE en lui faisant prendre la valeur E à un infiniment petit près, on a, d'après la relation fondamentale établie dans ma précédente Note [1],

$$E = E'[\alpha^2 + (1 - \alpha^2)\varpi],$$

ϖ étant la probabilité, variable entre 0 et 1, pour que ce dernier choc se produise dans des conditions comprises entre celles du choc central pour lequel l'énergie initiale E' a sa valeur maximum E/α^2 et celles qui correspondent à la valeur E' de cette énergie. Si nous posons, conformément aux notations (1),

$$x = L\frac{E_0}{E} = L\frac{1}{C}, \qquad x' = L\frac{E_0}{E'} = L\frac{1}{C'},$$

la relation (5) s'écrit

$$e^{x'-x} = \alpha^2 + (1 - \alpha^2)\varpi$$

et donne par conséquent

$$d\varpi = \frac{1}{1 - \alpha^2}\, e^{x'-x}\, dx'. \tag{6}$$

D'autre part, pour que le dernier choc, se produisant dans les conditions caractérisées par ϖ, amène l'énergie finale dans l'intervalle dE, il faut, d'après (5), que E' se trouve dans l'intervalle dE' tel que

$$\frac{dE'}{dE} = \frac{dC'}{dC} = \frac{E'}{E} = e^{x-x'}. \tag{7}$$

La probabilité dP' pour que ce dernier choc ait son énergie initiale E' comprise dans l'intervalle ainsi défini dE' est, d'après (2),

$$dP' = F(x')\,dC' = F(x')\,e^{x-x'}\,dC$$

et l'on a, en faisant varier les conditions du choc, c'est-à-dire ϖ entre 0 et 1,

$$dP = dC\int_0^1 e^{x-x'}F(x')\,d\varpi = F(x)\,dC,$$

d'où

$$F(x) = \int_0^1 e^{x-x'} F(x')\, d\varpi.$$

En posant

$$x - x' = z$$

et en remarquant que z varie de a à 0 d'après (5) lorsque ϖ varie de 0 à 1, on obtient, en tenant compte de (6),

$$(8) \qquad F(x) = \frac{1}{1-\alpha^2} \int_0^a F(x-z)\, dz.$$

C'est là l'équation intégrale très simple à laquelle satisfait la fonction F. On s'assure facilement, en tenant compte de la valeur de a définie en (1), que cette équation admet une solution de la forme (4), quelle que soit la valeur de la constante A.

On s'assure également que la solution (2) satisfait à l'équation intégrale (8); il suffit pour cela de remarquer que la fonction φ_k qui figure dans cette solution peut s'écrire

$$\varphi_k = \frac{1}{k!} \frac{d}{dy}(y^k e^y).$$

On peut vérifier que la solution exacte (2) ne s'écarte appréciablement de la forme (4) que pour des valeurs de x comprises dans les tout premiers intervalles de la série 0, a, $2a$, ..., ia; elle tend rapidement vers cette forme lorsque l'énergie cinétique E du neutron a diminué par rapport à sa valeur initiale E_0 dans une proportion qui dépend du rapport μ des masses. Lorsque ce rapport augmente, les chocs deviennent moins efficaces pour réduire l'énergie du neutron, une même diminution de celle-ci exige un plus grand nombre de chocs et la loi asymptotique (4) s'établit plus rapidement, c'est-à-dire pour une moindre valeur de x.

Un fait remarquable est que la constante A de la loi asymptotique, fonction seulement du rapport μ des masses, tend rapidement vers $\mu/2$ quand μ augmente. On s'en assure facilement en calculant les valeurs numériques de la fonction F par la formule (2) pour des valeurs de y de la forme $i\varepsilon$, ce qui n'exige qu'un nombre limité de termes en φ_k lorsque l'entier i n'est pas trop grand. On peut ainsi vérifier la rapidité avec laquelle s'établit la loi asymptotique (4), déterminer la constante A et constater que dès la valeur 10 du rapport μ des masses, cette constante se confond pratiquement avec $\mu/2$.

M. **Léon Guillet** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée École Centrale des Arts et Manufactures. *Séance commémorative en l'honneur de M.* Émile Picard.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de représentation conforme de Helmholtz : cas d'un contour sans tangente.* Note de M. **Julien Kravtchenko**, présentée par M. Paul Montel.

Les notations et les hypothèses relatives aux données sont celles de ma *Thèse* (¹). Le contour donné $\widehat{BC}$ sera maintenant défini dans le plan Oxy par une équation de la forme

$$x = x(y), \qquad y_1 \leq y \leq y_2, \tag{1}$$

où y_1 et y_2 sont les ordonnées des extrémités B et C de $\widehat{BC}$, supposées bornées, et où la fonction $x(y)$ est assujettie à vérifier une condition de Lipschitz :

$$|x(y) - x(y')| \leq \operatorname{cotg}\varphi\,|y - y'|, \tag{2}$$

$$0 < \varepsilon \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}. \tag{3}$$

D'après (2) et (3), $\widehat{BC}$ possède une longueur finie L (²). Ceci étant, nous nous proposons de montrer que le problème de Helmholtz [cas du sillage (³)], posé pour la configuration $\mathcal{C}$, correspondant à $\widehat{BC}$, possède au moins une solution (⁴). Approchons indéfiniment $\widehat{BC}$ au moyen de lignes polygonales inscrites dans cet arc. La ligne polygonale à n côtés, P_n, a ses extrémités confondues avec celle de $\widehat{BC}$; la longueur de chaque côté de P_n tend vers zéro avec $1/n$. Il en résulte que $\lim_{n=\infty} P_n = \widehat{BC}$ au sens de M. T. Rado (⁵) et que l'ensemble des longueurs des P_n est majoré par L. Chaque P_n étant inscrite dans $\widehat{BC}$, la fonction caractéristique $\Psi_n(l)$, attachée à P_n [cf. p. 169, *loc. cit.* (¹)], vérifie les conditions [cf. (3)]

$$\varepsilon \leq \Psi_n(l) \leq \pi - \varepsilon.$$

Par suite, on peut appliquer à la configuration $\mathcal{C}_n$ (⁶), attachée à P_n, les théorèmes d'existence énoncés dans une précédente Note (⁷). A chaque $\mathcal{C}_n$, il correspond donc au moins une fonction $z_n(t)$, définie et univalente dans le

(¹) *Thèse* (*Journ. de Math.*, 9e série, 20, 1941, pp. 35-303), cf. le paragraphe 23.

(²) Il serait aisé d'étendre les hypothèses relatives à $\widehat{BC}$ moyennant quelques précisions concernant la régularité de $\widehat{BC}$ dans le voisinage de B et C.

(³) Cf. *loc. cit.* (¹).

(⁴) Nous ignorons si la solution est unique.

(⁵) *Acta litter. ac scient. regiae universitatis Francisco-Josephinæ*, 1, III, 1923, p. 1.

(⁶) Cf. *loc. cit.* (¹). La configuration $\mathcal{C}_n$ sera donc définie par P_n et par deux droites parallèles μ_1 et μ_2 entre lesquelles se trouve P_n.

(⁷) *Comptes rendus*, 214, 1942, pp. 464-466.

demi-plan supérieur $\mathcal{T}$ et au moins un choix de deux paramètres a_n et b_n $(-\infty < a_n < -1,\ 1 < b_n < \infty)$ [8], de telle sorte que : 1° l'image $\mathcal{A}_n$ [cf. le § 23, *loc. cit.* [1]] de $\mathcal{T}$ par $z_n(t)$ est un domaine simplement connexe du plan $z = x + iy$, étranger à la portion de ce plan limitée par P_n, les droites $y = y_1$ et $y = y_2$ et contenant le point $x = +\infty$; 2° aux segments réels $-\infty \leqq t \leqq a_n$, $b_n \leqq t \leqq \infty$ $z_n(t)$ fait correspondre respectivement les bords μ_2 et μ_1 de $\mathcal{C}_n$; 3° au segment réel $-1 \leqq t \leqq 1$, $z_n(t)$ fait correspondre P_n, et cela de façon que [cf. (2) et *loc. cit.* [1], p. 193]

$$(4)\quad |z_n(t) - z_n(t')| \leqq \frac{2\sqrt{2}\pi(1+\cot g\varphi L)}{|\log(t-t')|^{\frac{1}{2}}} \quad \text{pour } n = 1, 2, \ldots, \infty \quad \begin{matrix} -1 \leqq t \leqq 1, \\ -1 \leqq t' \leqq 1. \end{matrix}$$

4° aux segments réels $a_n \leqq t \leqq -1$; $1 \leqq t \leqq b_n$, $z_n(t)$ fait correspondre les lignes libres λ_{2n} et λ_{1n} respectivement; 5° en chacun des points $t = a_n$, $t = b_n$, $z_n(t)$ possède une singularité logarithmique; 6° les fonctions $z_n(t)$ sont prolongeables analytiquement à travers les images de μ_2, λ_{2n}, λ_{1n} et μ_1 dans le plan $\mathcal{T}$.

Ceci étant, remarquons que d'après l'alinéa 1° ci-dessus, les $z_n(t)$ possèdent dans $\mathcal{T}$ des valeurs exceptionnelles; on en déduit que l'ensemble des fonctions $z_n(t)$ forme une famille normale [au sens de M. P. Montel [9]], dans chaque domaine Δ intérieur à $\mathcal{T}$ (c'est-à-dire étranger à sa frontière et ne contenant pas le point $t = \infty$). Nous pouvons, dès lors, extraire de l'ensemble $z_n(t)$ $(n = 1, 2, \ldots, \infty)$ une suite infinie convergeant uniformément dans Δ vers une fonction limite, holomorphe et univalente. Nous allons montrer que l'on peut choisir cette suite de manière à en assurer la convergence uniforme jusque sur la frontière de $\mathcal{T}$. En effet, d'après les alinéas 2, 4 et 5, il existe une telle suite [en considérant, au besoin, la suite auxiliaire $1/z_n(t)$, pour définir la convergence en les points singuliers] qui converge uniformément pour des valeurs réelles de t, étrangères à l'intervalle $-1 \leqq t \leqq 1$; d'après l'alinéa 6, la fonction limite sera analytique sur les portions : $-\infty < t < a$; $a < t < -1$; $1 < t < b$; $b < t < \infty$ (où a et b désignent les points limites des suites a_n et b_n) de l'axe réel. Enfin les fonctions $z_n(t)$, également continues sur la portion restante de la frontière de $\mathcal{T}$ (cf. l'alinéa 3), appartiennent sur cet intervalle à un ensemble compact. On pourra donc extraire, de la suite précédente des $z_n(t)$, une suite partielle infinie, convergeant uniformément dans $\mathcal{T}$ et sur sa frontière

---

(8) Contrairement au mode d'exposition du paragraphe 23 [*loc. cit.* [1]], nous utiliserons le domaine $\mathcal{T}$ de préférence au domaine F [*loc. cit.* [1], § 8]. On a ainsi l'avantage de pouvoir assigner un domaine de définition commun à toutes les fonctions $z_n(t)$. Nous supposons, par ailleurs, que les bords rectilignes μ_2 et μ_1 de $\mathcal{C}$ sont à des distances finies, $|a| < \infty$; $b < \infty$. Il serait facile d'adapter les raisonnements au cas où l'un des bords ou les deux seraient rejetés à l'infini. Pour les inégalités $|a| > 1$, $b > 1$, on se reportera à la page 189 de *loc. cit.* [1].

(9) *Leçons sur les familles normales des fonctions analytiques*, 1927, pp. 61-64.

vers une fonction limite $z(t)$ satisfaisant à (4). En adaptant au cas considéré les raisonnements de M. Montel ([10]), on montre que la fonction $z(t)$ ainsi obtenue, résout effectivement le problème de Helmholtz posé relativement à $\mathcal{C}$.

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur la stabilité de l'onde de choc dans les aspirateurs soniques.* Note de MM. **Jean Villey** et **Charles Daniel**, présentée par M. Albert Caquot.

On a montré ([1]) que la condition de stabilité $(dk/d\sigma_5) < 0$ ([2]) de l'onde de choc dans le divergent d'un aspirateur sonique est satisfaite par les valeurs de k calculées en supposant l'écoulement isentropique en amont et en aval de l'onde de choc. Si la perte de charge par frottement $(-\Delta k)$ subissait, pour un déplacement $d\sigma_5 > 0$, une diminution plus grande que la diminution $(-dk)$ prévue par le calcul isentropique, la condition de stabilité $[d(k+\Delta k)/d\sigma_5] < 0$ ne serait plus satisfaite.

Pour voir si cette éventualité est à craindre, on peut faire une évaluation approximative de la perte de charge $(-\Delta k)$ en assimilant chacun des éléments successifs dx du divergent à un élément de conduit cylindrique de même section s et en extrapolant la loi de Blasius, qui donne ([3])

$$(-\delta p) = \frac{0,0395}{\alpha d_4^{0,25}} \mu^{0,25} \rho^{0,75} u^{1,75} \frac{\delta\sigma}{\sigma^{1,125}}.$$

On peut à cette approximation en ajouter une autre, en remplaçant l'état inconnu (u, ρ, μ) par l'état peu différent qui serait réalisé au même point dans l'écoulement supposé isentropique : on sait en calculer les caractéristiques en fonction de σ dans l'écoulement supersonique, et en fonction de σ et de σ_5 dans l'écoulement subsonique. Il est d'ailleurs commode de prendre pour paramètres, comme dans la Note précédente, $\pi = (p/p_3)$(amont) et $\pi' = (p/p'_3)$ (aval).

On arrive ainsi, par des calculs qui seront développés ailleurs, à deux expressions distinctes de $(-\delta p/p_3)$ en amont et en aval de l'onde de choc, qui contiennent l'une et l'autre en facteur la variation $\delta\sigma$ correspondant à chacun des éléments δx successivement envisagés.

On peut alors calculer, en opérant par petits intervalles $\delta\sigma$ successifs, la

([10]) *Loc. cit.* ([9]), pp. 98 et sq. Le fait que $z_n(t)$ vérifie la condition (4) simplifie beaucoup la démonstration.

([1]) *Comptes rendus,* **214**, 1942, 345.

([2]) Nous utilisons ici la notation $k = (p_7/p_3)$ au lieu de la notation x employée dans la Note susvisée; x sera réservé pour désigner l'abscisse comptée suivant l'axe du divergent; σ représente le rapport s/s_4; le rapport s_5/s_4 qui était désigné par σ dans la Note précédente sera noté ici σ_5.

([3]) d_4 est le diamètre du col sonique, α la pente de la génératrice du divergent par rapport à son axe, μ la viscosité de l'air, ρ sa densité et u sa vitesse d'écoulement.

perte de charge par

$$(-\Delta k) = (-\Delta_1 k) + (-\Delta_2 k) = \int_1^{\sigma_3} \left(\frac{-\partial p}{p_3}\right) + \int_{\sigma_3}^{\Sigma} \left(\frac{-\partial p}{p_3}\right).$$

Les calculs, effectués pour un diamètre au col de 2 mètres, une pente des génératrices du cône de 0,06, et un diamètre de sortie double ($\Sigma = 4$), et pour l'état de départ ($p_3 = 10^6$ baryes, $T_3 = 273 + 15 = 288$), ont donné les résultats suivants :

σ_3.	k.	$(-\Delta_1 k)$.	$(-\Delta_2 k)$.	$(-\Delta k)$.	$k + \Delta k$.	$k + \Delta_2 k$.
1,014	0,984	0,000095	0,002351	0,002446	0,9816	0,9817
1,038	0,976	0,000265	2253	2518	9745	9748
1,076	0,961	532	2109	2641	9584	9589
1,133	0,936	919	1933	2852	9332	9341
1,218	0,895	0,001457	1721	3178	8918	8933
1,345	0,836	2172	1478	3650	8324	8345

Le terme stabilisateur $(-\Delta_1 k)$ l'emporte sur le terme décroissant $(-\Delta_2 k)$ pour donner une somme $(-\Delta k)$ croissante, qui augmente la stabilité prévue par le calcul isentropique.

On notera toutefois que l'extrapolation de la loi de Blasius devient très hasardeuse dans l'écoulement supersonique. En effet le gradient de pression y est négatif comme dans un convergent subsonique; or ce sont les gradients positifs qui provoquent les décollements. De plus le fait que les perturbations ne peuvent pas remonter vers l'amont ne semble pas laisser place à des mouvements tourbillonnaires analogues à ceux de la turbulence subsonique.

Mais, même si l'on négligeait complètement le terme stabilisateur $(-\Delta_1 k)$, la pression de sortie $(k + \Delta_2 k)$ resterait encore décroissante, comme on le voit dans la dernière colonne du tableau ci-dessus.

MOTEURS THERMIQUES. — *Sur la similitude des installations motrices à turbines à gaz* (1). Note de M. **Marcel Sédille**, présentée par M. Albert Caquot.

Les installations motrices à turbines à gaz à combustion continue comprennent essentiellement, dans leur forme la plus simple, un compresseur d'air, une chambre de combustion et une turbine. Souvent on adjoint à l'installation ainsi conçue un récupérateur qui utilise les calories restantes des gaz d'échappement au réchauffage de l'air avant son entrée dans la chambre de combustion.

Le fonctionnement d'une telle installation dépend non seulement de la charge du groupe, mais également de la valeur de certains paramètres dont

(1) Voir *Comptes rendus*, 213, 1941, pp. 682-685.

l'utilisateur n'est pas toujours maître. En particulier les caractéristiques de l'air aspiré dépendent du moment et du lieu. Ces paramètres sont :

1° la température de l'air extérieur,

2° la pression atmosphérique,

3° le degré d'humidité.

Dans le cas où le compresseur est muni de réfrigérants à eau, il faut y ajouter : la température d'entrée d'eau, qui, lorsqu'il s'agit d'eau réfrigérée, dépend de la température et du degré d'humidité de l'air extérieur, et qui dépend aussi du moment, avec une inertie incomparablement plus grande, lorsqu'il s'agit d'eau de rivière.

Si le combustible est liquide, sa température de réchauffage est de peu d'importance; lorsqu'il s'agit d'un combustible gazeux, les conditions dans lesquelles il se trouve à l'aspiration du compresseur de gaz peuvent, par contre, avoir une importance non négligeable.

Il est intéressant de savoir comment varient les conditions de fonctionnement d'une telle installation lorsque change la valeur de ces paramètres, soit qu'il s'agisse d'installations pouvant fonctionner à des valeurs très différentes de ceux-ci, soit pour permettre, par exemple, de ramener des résultats d'essais à des conditions uniformes.

Comme on le sait, toutes les courbes de fonctionnement d'un compresseur peuvent être représentées par la relation fonctionnelle générale

$$\frac{P_f}{P_0},\ \rho = f\left(\frac{I}{a_0 r^2 \varpi_0},\ \frac{u}{a_0}\right),$$

expression dans laquelle P_0 et P_f désignent les pressions d'aspiration et de refoulement du compresseur, ρ son rendement, a_0 la vitesse du son dans le fluide à l'aspiration, ϖ_0 le poids spécifique à l'aspiration, u la vitesse périphérique d'un rouet de référence de rayon r, et I le débit-poids.

Lorsque, comme c'est le cas, un changement de fluide n'est pas en jeu, on peut se servir, pour résumer les diverses conditions de fonctionnement possibles, d'un compresseur, lorsque changent les conditions d'aspiration, d'un graphique donnant simplement P_f/P_0 et ρ en fonction de $I\sqrt{T_0}/P_0$ pour différentes valeurs de u/a_0.

Ces résultats peuvent être facilement étendus au cas d'une turbine et ne sont d'ailleurs que l'expression des théorèmes généraux de similitude. Ils s'appliquent au cas d'une installation à turbines à gaz; les variables au nombre de n se ramènent alors à $(n-3)$ seulement variables indépendantes réduites.

Lorsqu'il s'agit par exemple d'une installation à combustible liquide ou solide, ne comportant aucun réfrigérant, les variables de fonctionnement sont P_0, T_0, la quantité de chaleur Q introduite par combustible dans l'unité de temps, le couple résistant C et une dimension de référence r de l'appareil. Elles se ramènent aux deux seules variables réduites $gQ/a^3 r^2 \varpi_0$, Q étant

exprimé en unités mécaniques, et $gC/a^2 r^3 \varpi_0$, leur forme étant donnée par des raisons d'homogénéité.

En ne gardant dans leurs expressions, et ceci pour faciliter les calculs pratiques, que les quantités qui dépendent uniquement des caractéristiques de l'air à l'aspiration, on peut les écrire sous la forme $Q/P_0\sqrt{T_0}$ et C/P_0.

Pour chaque régime caractérisé par la valeur de l'invariant $Q/P_0\sqrt{T_0}$, il existe une valeur du couple réduit C/P_0 qui donne une puissance utile maximum, c'est-à-dire un rendement optimum. On peut alors tracer sur un seul graphique donnant en fonction de la charge réduite du groupe $W/P_0\sqrt{T_0}$, la valeur de la vitesse réduite optimum du groupe $u/\sqrt{T_0}$, cette valeur optimum pouvant par exemple être obtenue par une régulation, et la consommation réduite correspondante $Q/P_0\sqrt{T_0}$. On peut y reporter également la valeur des différentes variables dépendantes représentant le fonctionnement du groupe, rapport de compression P_f/P_0, débit-poids d'air réduit $I\sqrt{T_0}/P_0$, température réduite en amont de la turbine T_a/T_0 etc. Ces courbes peuvent être obtenues préventivement par le calcul ou être déduites des essais.

Pour des conditions de charge données W et des valeurs imposées des paramètres P_0, T_0, il est alors facile d'obtenir les différentes caractéristiques de fonctionnement d'un groupe. On voit en particulier que, si l'on impose comme conditions de fonctionnement limites une valeur maximum de la température à l'amont de la turbine T_a, une variation de la pression P_0 ne change aucunement l'adaptation des différents éléments de l'appareil, non plus que le régime des températures. Le débit-poids, la puissance fournie et la consommation varient comme P_0, de même que certaines contraintes mécaniques.

Par contre, lorsque T_0 change, pour une valeur maximum de T_a donnée, l'adaptation des différents éléments change, de même que le rendement qui est d'autant meilleur que la température T_0 est plus faible.

Lorsque le groupe comporte des réfrigérants, en dehors de la variable $W/P_0\sqrt{T_0}$, le fonctionnement dépend aussi de la variable réduite T_{eau}/T_0 et de différentes variables de la forme $I_{eau}\sqrt{T_0}/P_0$, l'utilisateur étant en général maître de donner à ces dernières telle ou telle valeur. Si le nombre de ces réfrigérants est assez grand, et si la compression se rapproche d'une isotherme, la variable T_{eau} prend une grande importance au détriment de celle T_0 dont l'influence diminue pour autant naturellement qu'elle ne conditionne pas la valeur de la première, par l'intermédiaire d'un réfrigérant à air par exemple.

PHYSIQUE. — *Application du système d'entretien à amplitude autostabilisée à un pendule élastique.* Note de M. **Jean Abelé**, présentée par M. Camille Gutton.

J'ai étudié, sous le nom d'oscillateur à amplitude autostabilisée [1], un type

---

[1] *Comptes rendus*, 214, 1942, p. 841.

d'oscillateur défini par l'adjonction au système d'équations

$$x\,dx + y\,dy + 2Ry\,dx = 0, \tag{1}$$

$$\omega y = \frac{dx}{dt} \tag{2}$$

de la relation

$$R = -a + b\sqrt{x^2 + 2Rxy + y^2} \qquad (0 < a < 1;\ 0 < b). \tag{3}$$

La propriété de cet oscillateur d'admettre un régime stationnaire à la fois sinusoïdal et stable, excluant toute influence de l'entretien sur la forme et la fréquence de l'oscillation, en recommande l'adoption comme étalon de fréquence ou comme garde-temps. Aussi en ai-je tenté une réalisation technique sous la forme d'un pendule élastique entretenu.

Le pendule est constitué par un aimant suspendu à un ressort hélicoïdal en élinvar. L'aimant est formé de plusieurs pièces, dont les unes sont en ferro-cobalt à champ coercitif élevé et les autres en ferronickel à haute perméabilité. Le barreau central plonge dans une bobine à axe vertical portant deux enroulements à prise médiane.

Le premier enroulement est intercalé entre les plaques de deux lampes électroniques à caractéristique parabolique montées en opposition. Le second est relié aux grilles par l'intermédiaire de deux condensateurs shuntés fonctionnant en détecteur et rendant la tension négative moyenne des grilles proportionnelle à l'amplitude de vitesse du pendule.

Six conditions doivent être réalisées pour que l'entretien se fasse conformément aux principes posés dans l'étude théorique rappelée ci-dessus :

a. Le ressort doit travailler dans un domaine de déformation pour lequel la force élastique développée est proportionnelle au déplacement vertical de l'aimant.

b. La vitesse de dissipation d'énergie doit être à chaque instant proportionnelle à la valeur actuelle de l'énergie cinétique.

c. Le flux de l'induction magnétique à travers la surface de la section supérieure des enroulements doit être égal au flux total à travers la section médiane de l'aimant, le flux à travers la section inférieure des enroulements doit être nul; et cela dans toutes les positions traversées par l'aimant.

d. Les spires des enroulements plaque et grille doivent être régulièrement espacées le long de la bobine et leur couplage doit être assez faible pour qu'il n'y ait pas amorçage d'oscillations électriques.

e. L'intensité du courant modulé par le relais différentiel à lampes doit être proportionnelle à la tension de commande, quand l'amplitude a atteint sa valeur de régime permanent.

f. En régime transitoire le coefficient S de cette loi de proportionnalité doit décroître linéairement en fonction, soit de l'amplitude, soit de l'excès de l'amplitude sur une amplitude de seuil A_0; sa valeur S_0 pour une amplitude

égale ou inférieure à A_0 devant assurer l'amorçage des oscillations du pendule.

La description des dispositifs destinés à réaliser ces conditions, ainsi que les relations qui permettent de déterminer les paramètres théoriques en fonction des constantes expérimentales et le calcul de leur valeur numérique seront publiées dans un autre Recueil.

ÉLECTROTECHNIQUE GÉNÉRALE. — *Sur la transformation d'un courant monophasé en courant polyphasé, et* vice versa *au moyen d'appareils statiques.* Note de M. **Joseph Bethenod**, présentée par M. Camille Gutton.

En 1904, j'ai indiqué qu'on pouvait réaliser un champ tournant parfaitement circulaire au moyen d'un courant monophasé, en mettant à profit des effets d'induction mutuelle; cette réalisation correspond en fait à la transformation d'un courant monophasé, en un système de courants polyphasés *équilibré* (¹). Huit ans plus tard, j'ai établi la proposition inverse, à savoir que ces effets permettent également la transformation, par des moyens purement statiques, d'un système de courants polyphasés *équilibré* en un courant monophasé (²). Enfin en 1924, j'ai développé cette proposition, en démontrant que la transformation ne nécessite la présence d'aucun condensateur ou appareil équivalent, mais qu'alors le facteur de puissance du système polyphasé d'alimentation ne peut dépasser 0,7. Le schéma que j'ai imaginé à cette époque, en vue d'une utilisation spéciale, est particulièrement simple (³), étant donnée l'importance théorique actuelle de la proposition susdite, notament dans les questions relatives à la *puissance fluctuante*, je crois bon d'en exposer ici le théorie, qui n'a encore fait l'objet d'aucune publication.

Considérons un réseau diphasé équilibré de pulsation ω, et branchons sur une des phases l'enroulement d'un transformateur, tandis que l'autre enroulement, identique au premier, est couplé en série avec l'appareil d'utilisation, cet ensemble étant connecté à la seconde phase du réseau. Désignons par R la résistance de l'appareil d'utilisation traversé par le courant I, par L l'inductance totale, supposée identique pour chacun des circuits ainsi définis, par M, le coefficient d'induction mutuelle du transformateur, et enfin par I' et U', le courant et la tension de la première phase. On peut écire symboli-

---

(¹) Voir en particulier *Bulletin de la Société internationnale des Électriciens*, 3e série, 7, 5 juillet 1917, p. 213.

(²) *Bulletin de la Société internationnale des Électriciens*, 6e série, 1, 3 juin 1941, p. 213.

(³) Dans le brevet français correspondant déposé par la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques se trouve indiqué un artifice très simple permettant de satisfaire à la condition (2), même lorsque R est variable.

quement

(1) $$\begin{cases} U = L\omega I' + M\omega I_j \\ U' = L\omega I_j + M\omega I'_j + RI \end{cases} \qquad (j = \sqrt{-1}),$$

U étant la tension de la seconde phase.

Admettons que c'est la tension U′ qui est en avance sur U (soit $U' = Uj$), et que le problème est résolu, les phases du réseau diphasé étant équilibrées ($I' = Ij$); l'élimination du rapport U/I entre les deux égalités (1) fournit immédiatement la condition

(2) $$R = 2M\omega.$$

D'autre part, en remplaçant I_j par I' dans la première, elle devient

(3) $$U' = L\omega I'_j + M\omega I',$$

ce qui montre bien que le facteur de puissance, défini d'après cette dernière égalité, par

(4) $$\cos\varphi = \frac{M}{\sqrt{M^2 + L^2}},$$

est nécessairement inférieur à 0,7 (puisque le quotient M/L est toujours plus petit que l'unité). Il est d'ailleurs évident qu'en levant la réactance $L\omega$ dans chacun des circuits diphasés par le moyen de condensateurs, ce facteur de puissance peut être ramené à l'unité. On retrouve alors le schéma que j'ai proposé en 1912 pour alimenter une antenne par un alternateur diphasé à haute fréquence.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence d'une déformation préalable sur la décomposition des austénites au refroidissement.* Note de MM. **Henri Jolivet** et **Jean de Lacombe**, présentée par M. Léon Guillet.

La décomposition isotherme des austénites s'effectue, dans le domaine supérieur de transformation, par un processus de germination et croissance. Les courbes *quantité tranformée-temps* comportent, après une période d'inhibition [1], une période initiale accélérée et une période finale retardée.

Nous avons observé que cette cinétique est modifiée d'une manière essentielle par la déformation de l'austénite. L'application d'une charge, au cours de la transformation, n'est susceptible de modifier la cinétique de décomposition qu'autant qu'elle s'accompagne d'une déformation notable. Par contre, une déformation préalable de l'austénite modifie la cinétique en l'absence de toute charge appliquée au cours de la transformation. Cette modification se traduit par la diminution et même la disparition du temps d'inhibition et par une accélération de la période initiale.

---

(1) H. Jolivet et A. Portevin, *Comptes rendus*, 213, 1941, p. 687.

Les différences ainsi observées sont dues à un accroissement très important du nombre N des centres de tranformation, alors que la vitesse de croissance G de ces centres n'est pas sensiblement modifiée.

A titre d'exemple, les courbes (*fig.* 1 et 2) représentent la progression de la

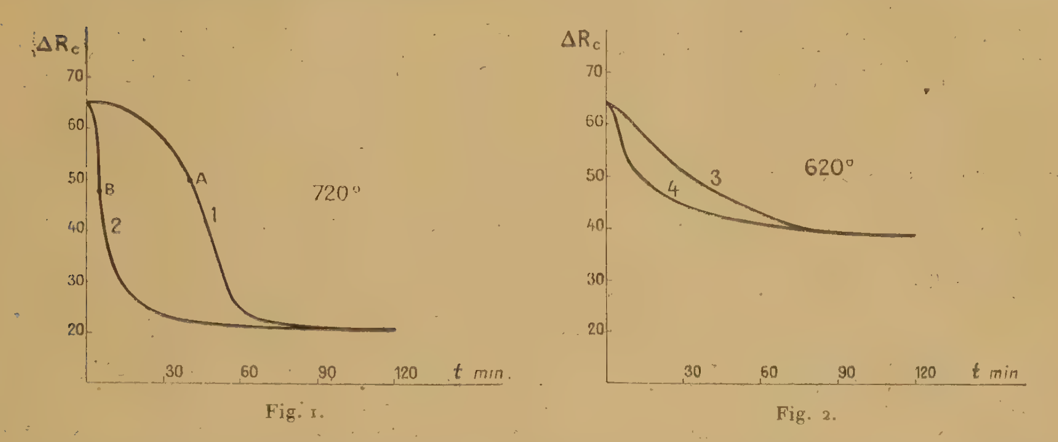


Fig. 1.

Fig. 2.

décomposition caractérisée par la variation de dureté, dans des éprouvettes cylindriques d'un acier ayant pour composition centésimale : C 0,65, Cr 1,00, Mo 0,60, chauffées à 900°, puis maintenues à température constante respectivement à 720° (courbes 1 et 2) et à 620° (courbes 3 et 4) dans le domaine supérieur de décomposition Ar'. Les unes (courbes 1 et 3) ont été obtenues sans déformation préalable, les autres (courbes 2 et 4) après une compression

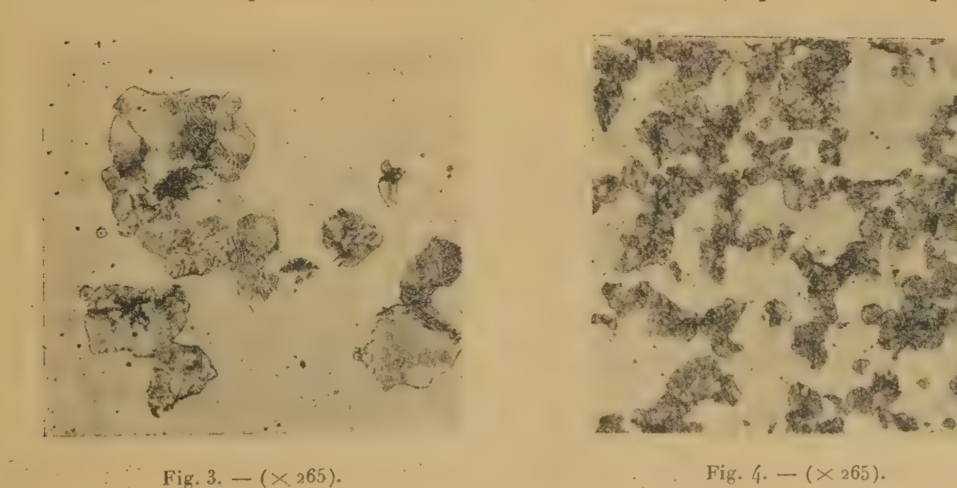


Fig. 3. — (× 265).

Fig. 4. — (× 265).

de 30 % effectuée avant le maintien isotherme [2]. Les photomicrographies (*fig.* 3 et 4), correspondant aux points A et B des courbes 1 et 2, montrent

---

([2]) La modification est conforme à celle que prévoit la représentation proposée par Johnson et Mehl (*Metals Technology*, 1939, *Techn. Publ.*, 1089) lorsque N croît, G demeurant constant.

l'accroissement du nombre des centres de transformation. On observe que l'influence de la déformation est plus marquée aux températures supérieures (720°) qu'aux températures inférieures (620°) du domaine de transformation, fait qui doit être rattaché aux variations relatives de N et G avec la température (3).

Il apparaît donc que, dans une transformation qui s'opère par germination et croissance, une déformation préalable peut accélérer le phénomène en augmentant le nombre des centres sans agir notablement sur leur vitesse de croissance.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le diméthyl-2.4 pentadiène-1.3 et ses dérivés.* Note de M. **René Jacquemain**, présentée par M. Marcel Delépine.

J'ai montré (1) que l'oxyde de mésityle, traité par les magnésiens, donne une série d'alcools tertiaires très instables, se déshydratant pour donner des carbures diéthyléniques. Le premier terme de cette série, le diméthyl-2.4 pentadiène-1.3 a été obtenu par V. Grignard (2), puis par Auwers et Eisenlohr (3), H. I. Waterman et W. J. C. de Kok (4) qui, après avoir préparé ce carbure par diverses méthodes, en ont donné des constantes notablement différentes. Tout récemment G. Dupont et L. Menut (5), au cours d'une étude sur l'hétérogénéité de l'oxyde de mésityle, ont montré que le diène obtenu par déshydratation de l'alcool résultant de la condensation oxyde de mésityle et bromure de magnésium est un mélange hétérogène bouillant entre 93° et 95°.

Il m'a cependant été possible de préparer par cette méthode le diméthyl-2.4 pentadiène-1.3 pur et de déterminer ses constantes physiques. Ceci n'infirme en rien les conclusions des derniers auteurs, quant à l'hétérogénéité de l'oxyde de mésityle, au contraire; car, ayant préparé moi-même 20^{kg} d'oxyde de mésityle et ayant systématiquement éliminé par des rectifications répétées les portions de tête dans lesquelles G. Dupont et L. Menut caractérisent le méthyl-2 pentène-1 one-4, il est normal que je n'arrive pas au même produit.

L'obtention du carbure pur est assez délicate, par suite de la grande facilité d'entraînement de l'oxyde de mésityle et aussi de l'oxydabilité du diène. On doit partir d'oxyde de mésityle fraîchement distillé à la colonne Robert ($É_{732,6}$ 126,3, n_D^{15} 1,4472), condenser avec le bromure de méthylmagnésium après dosage de ce dernier. Le complexe est décomposé par le chlorure

(3) H. Jolivet, *Iron and Steel Inst.*, 140, 1939, p. 110.

(1) *Comptes rendus*, 199, 1939, p. 1315.

(2) *Ann. de Chim.*, 7e série, 24, 1901, p. 477.

(3) *J. prakt. Chem.*, 82, 1910, p. 75.

(4) *Rec. Trav. Chim. P.-B.*, 52, 1933, p. 234.

(5) *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, 6, 1939, p. 1215.

d'ammonium, puis l'alcool ayant été convenablement rectifié sous pression réduite, on le déshydrate par ébullition prolongée sous pression atmosphérique; on rectifie sur le sodium jusqu'à obtention d'un point d'ébullition fixe. Ces opérations doivent toutes être effectuées à l'abri de la lumière et dans une atmosphère d'azote. $É_{754}$ 91°,2-91°,5; d_4^{20} 0,7398; n_D^{20} 1,4418; R. M. tr. 34,35; R. M. calc. 33,59. Très volatil, odeur d'essence minérale. L'ozonolyse confirme la formule.

Condensation du diméthyl-2.4 pentadiène-1.3 avec l'anhydride maléique. — On obtient l'anhydride triméthyl-3.3.5 Δ_4-tétrahydro-*o*-phtalique; belles aiguilles blanches, fines et soyeuses. F 51°,5. Très solubles à froid dans l'éther, l'alcool, le benzène, solubles à chaud dans la ligroïne, se transforme par ébullition avec l'eau en acide triméthyl-3.3.5 (Δ_4)-tétrahydro-*o*-phtalique : cristaux épais blanc crème, F 200°,5, très solubles dans l'éther, l'alcool, le dioxane, peu solubles dans l'eau bouillante.

Condensation avec la benzoquinone. — On ne peut obtenir la condensation d'une molécule de benzoquinone et d'une de carbure, mais seulement celle de deux molécules de carbure pour une de quinone, ce qui peut fournir deux composés

(I). (II)

Expérimentalement, et quelles que soient les conditions, on n'obtient qu'un seul composé, une hexaméthyl-hexahydroanthraquinone $C^{20}H^{28}O^2$, dont la structure serait à déterminer, soit (I), soit (II), laquelle se présente en aiguilles incolores et transparentes, F 171°. Très solubles à froid dans l'éther, solubles dans le benzène, solubles dans l'alcool bouillant, peu solubles dans l'alcool froid, très peu solubles dans l'éther de pétrole. Calculé pour $C^{20}H^{28}O^2$, P. M. 300; C % 80; H % 9,33; trouvé, P. M. 302; C % 80,20; H % 9,28. Dioxime se décomposant vers 250-260°. Calculé pour $C^{20}H^{30}O^2N^2$, N % 8,48; trouvé, N % 8,52.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouveaux acides, alcools et aldéhydes méthylcyclohexaniques actifs.* Note de MM. **Max Mousseron** et **Robert Granger**, présentée par M. Marcel Delépine.

Cette étude, qui fait suite à des recherches antérieures ([1]), intéresse surtout des composés dans lesquels le groupement fonctionnel *extranucléaire* est séparé

([1]) M. Mousseron et R. Granger, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1500.

du cycle par un seul atome de carbone :

$$\text{(I)}: \text{H—C—CH}^3 \text{ cycle, } \overset{1}{\text{C}}\text{—CHR—COOH (double liaison 1–6)}$$
$$\text{(II)}: \text{H—C—CH}^3 \text{ cycle, }=\text{CR—COOH}$$
$$\text{(III)}: \text{H—C—CH}^3 \text{ cycle, CH—CHR—CH}^2\text{OH}$$

(I). (II). (III).

I. Acides méthylcyclohexéniques. — *Acide* (*méthyl*-3 *cyclohexène*-6)-*yl carboxylique*. — Il provient de la saponification de son ester méthylique ou éthylique obtenu par action de l'éthylate de sodium sur le méthyl-3 chloro-1 cyclohexanecarbonate de méthyle ou d'éthyle (ester méthylique $[\alpha]_{546}+77°,62$ $[\alpha]_{579}+67°,71$; ester éthylique $[\alpha]_{546}+40°,44$; $[\alpha]_{579}+40°,50$).

Acides (*méthyl*-3 *cyclohexen*-6)-*yl acétique et* (*méthyl*-3 *cyclohexen*-6)-*yl α-propionique* [type (I)]. — L'action du bromacétate d'éthyle sur la méthyl-3 cyclohexanone-1 active en milieu benzénique et en présence de zinc conduit au (méthyl-3 hydroxy-1 cyclohexyl) acétate d'éthyle ([2]). Déshydraté par le sulfate acide de potassium, il donne le (méthyl-3 cyclohexène-6)-yl carbonate d'éthyle [type (I)]; par emploi de l'anhydride acétique, il se forme l'ester (méthyl-3 cyclohexylidène) acétique [type (II)].

Par le même mécanisme, le bromo-2 propionate d'éthyle fournit le (méthyl-3 hydroxy-1 cyclohexyl) propionate d'éthyle actif qui, déshydraté, conduit aux esters homologues des précédents.

Le fractionnement de ces esters cycléniques établit l'existence d'un seul isomère, la double liaison occupant toujours la position 6.

	n_D^{25}.	d_{25}.	$[\alpha]_{546}$.	$[\alpha]_{579}$.	$[M]_{546}$.
Acide (méthyl-3 cyclohexène-6)-yl carboxylique	1,4845	1,0557	+65°,49	+57°,70	+ 91°,68
Ester méthylique	–	–	+56,50	+49,90	+ 94,92
Acide (méthyl-3 cyclohexène-6)-yl acétique	1,4791	1,0204	+73,20	+64,19	+112,73
Ester méthylique	1,4626	0,9747	+63,65	+55,73	+106,93
Ester éthylique	1,4595	0,9484	+61,98	+54,27	+112,80
Ester propylique *n*	1,4597	0,9418	+42,64	+37,33	+ 83,57
Acide (méthyl-3 cyclohexène-6)-yl α-propionique	1,4785	1,0099	+78,71	+68,68	+132,20
Ester méthylique	1,4622	0,9638	+69,67	+60,81	+126,80
Ester éthylique	1,4579	0,9425	+63,27	+55,50	+124,00
(Méthyl-3 cyclohexylidène) acétate d'éthyle	1,4725	0,9577	−69,95	−59,49	−127,31
(Méthyl-3 cyclohexylidène) α-propionate d'éthyle	1,4673	0,9570	−12,77	−10,86	− 25,03

II. Acides méthylcyclohexaniques. — Les acides non saturés à double liaison

([2]) Auwers et Ellinger, *Ann. d. Chem.*, 387, 1912, p. 200.

semi-cyclique ne peuvent être préparés à partir de leurs esters, la saponification entraînant le déplacement de la double liaison qui devient cyclique.

L'hydrogénation au platine en milieu acétique des esters éthyléniques conduit aux esters saturés et, par suite, aux acides, lesquels n'ont été trouvés que sous une seule forme stéréochimique.

	n_D^{25}.	d_{25}.	$[\alpha]_{546}$.	$[\alpha]_{579}$.	$[M]_{546}$.
Acide (méthyl-3 cyclohexyl) acétique	1,4606	0,9874	$-6°,86$	$-6°,03$	$-10°,56$
Ester méthylique	1,4456	0,9434	$-5,21$	$-4,64$	$-8,85$
Ester éthylique	1,4436	0,9273	$-4,96$	$-4,42$	$-9,12$
Ester propylique *n*	1,4446	0,9125	$-5,39$	$-4,80$	$-10,67$
Ester butylique *n*	1,4455	0,9181	$-5,14$	$-4,56$	$-10,89$
Acide (méthyl-3 cyclohexyl) α-propionique	1,4649	0,9906	$-1,95$	$-1,69$	$-2,31$
Ester méthylique	1,4492	0,9409	$-2,83$	$-2,44$	$-5,20$
Ester éthylique	1,4465	0,9265	$-2,54$	$-2,28$	$-5,21$
Ester propylique *n*	1,4485	0,9206	$-2,53$	$-2,20$	$-5,36$

III. Alcools et aldéhydes méthylcyclohexaniques. — Les esters des acides saturés, hydrogénés en solution alcoolique par le sodium, donnent naissance aux alcools [(type III)] et, après oxydation, aux aldéhydes correspondants :

	n_D^{25}.	d_{25}.	$[\alpha]_{546}$.	$[\alpha]_{579}$.	Semicarbazone F
(Méthyl-3 cyclohexyl) éthanol	1,4701	0,9487	$-7°,59$	$-6°,65$	-
(Méthyl-3 cyclohexyl) α-propanol	1,4669	0,9550	$-2,35$	$-2,12$	-
(Méthyl-3 cyclohexyl) éthanal	1,4626	0,9272	$-5,92$	$-5,22$	131—132°
(Méthyl-3 cyclohexyl) α-propanal	1,4650	0,9251	$-1,37$	$-1,15$	143—144

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la régénération de la tête des Mollusques Gastéropodes.* Note de M. **Marcel Abeloos**, présentée par M. Maurice Caullery.

La possibilité d'une régénération de l'extrémité céphalique sectionnée chez les Mollusques gastéropodes, affirmée par Spallanzani en 1768, a fait, à diverses reprises, l'objet de controverses. Il est généralement admis que la faculté de régénération est limitée à des portions plus ou moins grandes du tégument céphalique et qu'elle exige l'intégrité des organes internes. Nonne [1] a cependant obtenu, chez l'Escargot, la régénération de l'œil, après l'ablation du ganglion cérébroïde correspondant.

J'ai repris l'étude de cette régénération chez divers Limacidés qui constituent un matériel favorable. Les interventions, pratiquées sur de jeunes individus,

(1) Nonne, *Arch. f. Entw.-Mech.*, 105, 1925, p. 430.

sont facilitées par la section préalable de la partie libre du bouclier, qui dégage la tête et provoque l'extension complète de l'animal.

1° En pratiquant des sections transversales ou obliques de l'extrémité céphalique, éliminant le mufle et les deux paires de tentacules avec les yeux, mais n'entraînant pas l'expulsion du bulbe buccal, j'ai constaté, dans un certain nombre de cas, la régénération complète de tous ces organes. J'ai observé également diverses régénérations anormales et le défaut de régénération de certains des organes amputés. Les organes non régénérés font définivement défaut : chez une *Limax ater*, opérée depuis plus d'un an et qui a poursuivi sa croissance, l'un des petits tentacules tactiles est toujours manquant.

2° Si la section transversale de la tête est faite à un niveau plus postérieur (plus proche du poumon que de l'extrémité antérieure du corps), elle entraîne l'expulsion du bulbe buccal, qui doit être extirpé par section de l'œsophage pour permettre la cicatrisation. Toute lésion du collier nerveux entraîne rapidement la mort de l'animal; mais, si cet organe est resté intact, les animaux décapités et privés de bulbe buccal demeurent en vie. De jeunes *Limax cinereo-niger* Wolf, ainsi opérées, ont été conservées durant quatre mois, mais n'ont présenté aucune régénération des organes céphaliques.

3° En pratiquant une section sagittale de l'extrémité antérieure et une demi-section transversale; j'extirpe une moitié, droite ou gauche, de la tête, en même temps que le bulbe buccal. Les résultats de cette intervention sont assez variés et dépendent sans doute du niveau de la section transversale; mais j'ai constaté, dans un certain nombre de cas, la régénération du tentacule oculaire et de l'œil du côté amputé, en dépit de l'absence totale du bulbe buccal et du jeûne auquel sont soumis obligatoirement les animaux.

4° J'ai démontré nettement la non-intervention du bulbe buccal dans la régénération des organes céphaliques, en extirpant préalablement le bulbe buccal sans amputation des téguments. Cette extirpation peut être réalisée de différentes façons, notamment en pratiquant une fente sagittale du tégument céphalique dorsal. L'opération est suivie d'une cicatrisation rapide. Quelques jours après, les opérés sont amputés, en même temps que des témoins intacts, d'un tentacule oculaire avec l'œil correspondant. Dans ces conditions, la régénération de ce tentacule est aussi complète et aussi rapide chez les opérés que chez les témoins : elle demande environ un mois et demi chez de jeunes *Limax cinereo-niger*.

Ainsi la régénération des organes tégumentaires céphaliques est indépendante des organes internes et, en particulier, de l'extrémité antérieure du tube digestif. L'absence de régénération constatée à la suite de décapitations au niveau postérieur n'est imputable, ni au jeûne, ni à l'élimination du bulbe buccal. Tous les faits s'interprètent en admettant que la régénération de chaque organe céphalique n'est possible que dans les limites d'un territoire ou champ tégumentaire déterminé, dont l'ablation complète a pour résultat l'absence définitive de l'organe correspondant.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude de la flore aromatique du Maroc. Essence de Lavande pédonculée.* Note de MM. **Jean Gattefossé** et **Georges Igolen**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

La Lavande pédonculée (*Lavandula pedunculata*, Cavanille var. *atlantica* Braun-Blanquet) a pour habitat presque exclusif le Maroc. Son essence n'a été jusqu'ici que très sommairement étudiée (Schimmel, J. Gattefossé); la bibliographie sera détaillée dans un autre Recueil.

L'échantillon que nous décrivons ici a été obtenu en pays Zaer (Maroc), par distillation des fleurs fraîches, à feu nu, avec un rendement de 0,135 à 0,25 %. Les constantes étaient

d^{15} 0,9489; n_D^{20} 1,4784; α_D^{20} —16°; I.A. 4,2; I.E. avant acétylation 13,30, après acétylation 63,13; indice de carbonyle 107,52 (soit camphre 29,18%); esters (en acétate de bornyle) 4,90%; alcools totaux (en bornéol) 17,99%.

Séparation et identification des constituants. — I. *Phénols.* — 1500g d'essence ont été épuisés deux fois avec 600cm³ de soude à 3 %. Après lavage à l'éther de pétrole, on traite par un courant de CO^2 et épuise à l'éther. La solution éthérée fournit, par distillation, 19g,9 de phénols, consistant surtout en *carvacrol* (d^{15} 0,979), caractérisé par son *phényluréthane*, F 139° et son *éther dinitro-2.4 phénylique*, F 77° (essais de fusion mélangée pour ces deux corps).

II. *Acides libres.* — De la solulion sodique, traitée par un acide minéral, on régénère les acides libres, qu'on estérifie par l'alcool éthylique. Par fractionnement, on isole deux portions

a.	E_{10} 110°;	d^{15} 0,9487;	n_D^{20} 1,4552;
b.	$É_{14}$ 135°;	d^{15} 0,9914;	n_D^{20} 1,4756.

Ces esters, à odeur fruitée, n'ont pu être identifiés. Les acides correspondants sentaient le Chrysanthème, la Camomille.

III. *Bases.* — L'essence, ainsi privée de phénols et d'acides, a été alcalinisée et épuisée à l'éther.

L'éther, évaporé, abandonne des traces d'une base à odeur puissante de quinoléine.

IV. *Esters.* — Les 1420g d'essence restant alors sont saponifiés, additionnés d'eau et épuisés à l'éther. La liqueur sodique est évaporée au bain-marie et le résidu chauffé à l'ébullition, pendant 3 heures, avec 300cm³ d'alcool à 95° et 25g d'acide sulfurique, ce qui provoque la mise en liberté des acides et leur transformation en esters éthyliques. On neutralise, chasse l'alcool et entraîne à la vapeur d'eau. Le distillat se sépare en deux couches. L'une, aqueuse, a une forte odeur *d'acétate d'éthyle*; on y met en évidence la présence de l'*acide acétique* par la formation de l'*acétate de p-bromophénacyle*, F 84° (essai de mélange).

L'autre couche, insoluble dans l'eau, à odeur fruitée, présente les constantes

$$d^{15}\ 0,9845;\quad n_D^{20}\ 1,4826;\quad \text{I. E. } 218,4.$$

On n'a pu en caractériser l'acide.

V. *Alcools.* — L'essence privée par saponification des acides de ses esters, et pesant alors 1413^g, a été séchée, puis chauffée pendant 4 heures à 120-125° avec 50^g d'acide borique pulvérisé, et distillée rapidement sous un vide de 4^{mm}. On saponifie les esters boriques et entraîne à la vapeur les alcools libérés. C'est uniquement du *l-bornéol*, identifié par son point de fusion, F 203° et son *phtalate acide*, F 164° (essais de mélange). Le pouvoir rotatoire du phtalate acide [α] — 27°,20 est identique à celui du phtalate acide provenant de l'essence de Camomille marocaine.

VI. *Terpènes.* — L'essence, débarrassée de ses alcools, est alors fractionnée à la pression atmosphérique. Au-dessous de 180° on recueille une fraction à odeur de térébenthine et de cinéol. Par lavage avec une solution de résorcine à 50 % on isole le complexe cinéol-résorcine, F 81° (essai du mélange) qui, par saponification, libère le *cinéol*, $\acute{E}_{750}$ 170-175°. Il reste alors 255^g d'un carbure qui est le β-*pinène*, $\acute{E}_{726}$ 155-156°, α_D^{10} — 20°,45′, caractérisé par la *semicarbazone* de son produit d'oxydation, la *nopinone*, F 226° et par l'*acide nopinique* résultant, F 126° (essais de mélange). L'essai de Bertram et Walbaum ayant été positif, on devait supposer en outre la présence du camphène, mais on n'a pu le mettre en évidence, la formation d'acétate d'isobornyle pouvant aussi bien se faire à partir des pinènes α ou β qu'à partir du camphène.

Après distillation jusqu'à 180°, il reste une importante fraction solide, 400^g environ. La plus grande partie est sublimable et est identifiée comme étant le *camphre* F 178°, $[\alpha]_D^{15}$ — 32°,40′; *semicarbazone* F 232° (mélange).

Le résidu non sublimable est distillé sous 5^{mm}. Il abandonne des cristaux dont le point de fusion se fixe à 109° et qui possèdent une forte odeur de camphre et de menthol avec la même saveur caractéristique; nous y reviendrons ultérieurement.

Enfin une dernière portion, $\acute{E}_5$ 110°, a comme constantes :

$$d^{15}\ 0,9241;\quad n_D^{20}\ 1,5130;\quad \alpha_D^{20} - 26°,48'.$$

C'est un carbure à odeur douce, légérement boisée. Il donne un *dichlorhydrate*, F 117-118°, qu'on identifie avec celui du *l-cadinène* (mélange).

Conclusions. — En résumé, nous avons pu caractériser, dans l'essence de Lavande pédonculée du Maroc, les principaux constituants suivants :

Carvacrol, β-pinène, cinéol, *l*-bornéol (libre et estérifié), *l*-camphre, acide acétique (estérifié), un corps solide fondant à 109° et *l-cadinène*.

La teneur en *l*-camphre, assez rare dans la nature, est remarquablement élevée. Cette huile essentielle, étant donné sa constitution, pourrait être utilisée

avantageusement en parfumerie et pharmacologie (elle doit certainement posséder un coefficient de phénol élevé).

Il est intéressant de constater que ses constituants sont pratiquement les mêmes que ceux qu'ont identifiés Palfray, Sabetay et Petit dans l'essence de *Lippia adœnsis* Hochst, fait de nature à ouvrir des horizons insoupçonnés sur les propriétés de la flore aromatique africaine.

MICROBIOLOGIE. — *Sur l'autolyse des Bacilles tuberculeux.* Note (1) de M. **Roger Laporte**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

De toutes les espèces microbiennes asporulées, celles du genre *Mycobacterium*, qui comprend les Bacilles tuberculeux des Mammifères et des Oiseaux, sont parmi les plus résistantes aux agents de lyse microbienne. Il est banal d'observer la persistance quasi indéfinie de formes bacillaires intactes dans les abcès anciens et les vieilles cultures.

Mais cela ne veut pas dire que l'on ne puisse pas rencontrer aussi dans ces cultures âgées des formes très nettes de dégénérescence bacillaire, d'intensité d'ailleurs variable suivant la souche et les conditions nutritives (2). Ces formes proviennent d'une transformation granulaire des corps microbiens, qui se fragmentent et perdent leur propriété tinctoriale spécifique, la résistance à la décoloration par les acides. En même temps des produits solubles diffusent dans le milieu, notamment des protéides, des protides plus simples du groupe des protéoses et des polyosides, donnant, par hydrolyse, des sucres réducteurs.

La dégénérescence des Bacilles en culture se poursuit pendant très longtemps, même après la mort du plus grand nombre des éléments constitutifs de la culture, comme on peut s'en rendre compte en procédant à des ensemencements successifs, tous les 15 jours par exemple, d'un poids défini de bacilles. Mais une stérilisation par la chaleur interrompt définitivement le cours de la lyse; il est donc logique de penser que c'est par l'action d'endoferments thermolabiles que s'opère cette désintégration, comparable dès lors aux phénomènes d'autolyse connus pour la plupart des espèces microbiennes.

Cette hypothèse peut être vérifiée en étudiant le comportement de cultures stérilisées par des antiseptiques dépourvus d'action antifermentaire. L'expérience a été faite avec deux souches particulièrement sensibles à la dégénérescence (humaine M6 et LA) et par l'emploi de toluène, d'éther, de chloroforme ou de thymol agissant pendant un temps prolongé, à l'état de vapeurs, sur les cultures placées dans l'étuve à 37°. Dans ces conditions, l'autolyse se poursuit aussi activement que dans les tubes témoins non soumis à l'action des

(1) Séance du 18 mai 1942.

(2) R. Laporte, *Comptes rendus*, 212, 1941, p. 138; *C. R. Soc. Biol.*, 135, 1941, p. 167.

antiseptiques. Par contre les vapeurs de formol entravent définitivement la dégénérescence.

Il est intéressant de signaler que l'action autolytique des ferments bacillaires ne s'effectue qu'en présence d'oxygène. Des cultures placées en tubes scellés ne s'autolysent pas, mais la désintégration des germes reprend son cours dès que l'on ouvre les tubes et s'interrompt, à nouveau, si on les scelle une seconde fois.

L'action fermentaire n'aboutit à la désagrégation des corps bacillaires qu'en raison d'une aptitude particulière de certains éléments à subir le mécanisme lytique. C'est pourquoi l'on rencontre toujours des bacilles qui conservent indéfiniment leur aspect normal, même dans les cultures des souches les plus sujettes à la lyse. Le milieu de culture dans lequel la désintégration des germes s'est opérée activement, de même que les cultures lysées elles-mêmes n'ont pas d'action favorisante sur la lyse des souches peu sensibles à ce processus. Toutes les cellules doivent contenir des ferments actifs mais dont l'action sur le germe lui-même ne devient apparente que si celui-ci est suffisamment fragile. On s'explique donc pourquoi le degré d'aptitude à la dégénérescence varie beaucoup suivant le type (le Bacille humain est le plus sensible), mais aussi suivant la souche et même d'après les caractéristiques essentielles des diverses lignées de germes qui constituent une seule souche. C'est ainsi que les différents milieux de culture sont plus ou moins favorables à la lyse suivant, sans doute, qu'ils se montrent plus ou moins aptes au développement de certaines lignées de bacilles spécialement vulnérables.

COMITÉ SECRET.

La Section de Mécanique, par l'organe de M. **H. Villat**, remplaçant le Doyen empêché, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par la mort de M. *L. Lecornu* :

En première ligne...........	M. **Joseph Pérès**.
En seconde ligne, ex æquo, *par ordre alphabétique*.........	MM. **Henri Béghin**, **Maurice Roy**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

Conformément à une décision de l'Académie, l'élection aura lieu en la séance du 15 juin.

La séance est levée à 16h30m.

A. Lx.